

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-004097

(43)Date of publication of application : 06.01.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/321
H01L 21/60
H01L 21/60

(21)Application number : 08-153758

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 14.06.1996

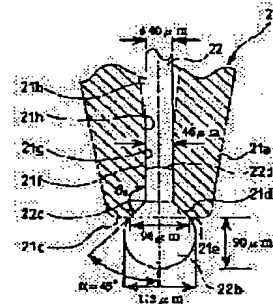
(72)Inventor : TAMAOKI KAZUO

(54) BUMPING CAPILLARY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the continuous bumping by preventing an initial metal bump from being eccentric, eliminating the spread of the bump, confining a re-crystallized region to approximately a fixed portion of a metal wire at melt up of the metal ball to suppress the dispersion of the heights of necked portions of the bump and preventing the ball from tearing off or scattering sideways.

SOLUTION: The capillary 2 thrusts the tip end of an inserted metal wire 22 being held with a wire holding straight part 21f, thereby melting up the thrust part of the wire by the arc discharge. The straight part 21f is set to a length $2\frac{1}{4}$ times as long as the hole diameter of this part. The tip end face 21c has a recess 21d gradually spreading out to a tip end hole 21e which diameter is about $1.5\frac{1}{3}$ times the hole diameter.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 10 - 4097

(43)公開日 平成10年(1998)1月6日

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/321		H 0 1 L	21/92 6 0 4 K
	21/60	3 0 1		21/60 3 0 1 G
		3 1 1		3 1 1 Q

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-153758

(22)出願日 平成8年(1996)6月14日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 玉置 和雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

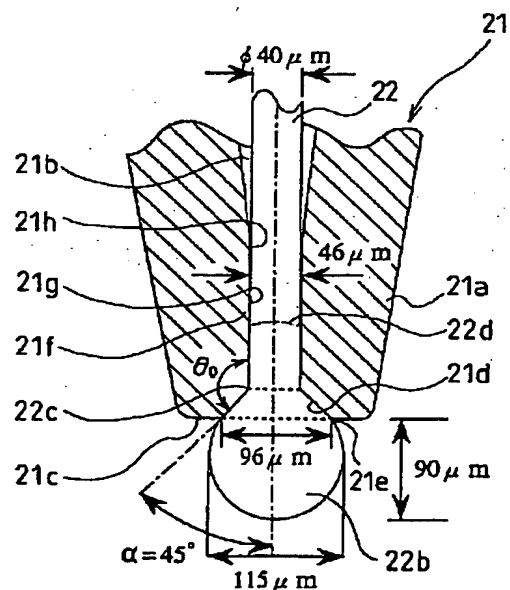
(74)代理人 弁理士 岡田 和秀

(54)【発明の名称】バンピング用キャピラリ

(57)【要約】

【課題】 初期の金属ボールの偏心を防止し、バンブ電極の拡がりをなくし、金属ボールの溶け上がり時に金属ワイヤ内で生じる再結晶領域の部位をほぼ一定化してバンブ電極のネック切れ部の高さのバラツキを抑制し、さらに、金属ボールの千切れ落ちや側方への飛びを防止し、連続バンピング性を向上する。

【解決手段】 挿通した金属ワイヤ22をワイヤ保持用ストレート部21fに保持させた状態で先端部分を突出22aさせ、アーク放電により金属ワイヤ突出部分22aを溶融させ溶け上がらせるバンピング用キャピラリ21であって、ワイヤ保持用ストレート部21fの長さをこのストレート部21fのホール径の2～4倍程度に設定するとともに、キャピラリ先端面21cにおいて開口端の先端導出口21eの直径がホール径の1.5～3倍程度となる先拡がりのテーバー状凹部21dを形成してある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワイヤ挿通路に挿通した金属ワイヤをキャビラリ先端部のワイヤ保持用ストレート部に保持させかつこのストレート部の開口部端部である先端導出口から金属ワイヤの先端部分を突出させた状態で、この突出部分とトーチ電極との間の放電により金属ワイヤ突出部分を溶融させ溶け上がらせることにより、前記キャビラリ先端部で前記先端導出口に連通する状態で形成されている凹部内において初期の金属ボールを形成し、押し下げによって金属ボールをバンピング対象に対して一体化接合し、引き上げることで接合部を金属ワイヤから切り離してパンプ電極となすバンピング用キャビラリにおいて、前記ワイヤ保持用ストレート部の長さをこのストレート部のホール径の2～4倍程度に設定してあるとともに、前記金属ボールを入れる凹部としてその開口端の先端導出口の直径が前記ストレート部のホール径の1.5～3倍程度となる先拡がりのテーパ状凹部に形成されていることを特徴とするバンピング用キャビラリ。

【請求項2】 ワイヤ挿通路の下端とストレート部挿通路の上端との接続部が滑らかに面取りされていることを特徴とする請求項1に記載のバンピング用キャビラリ。

【請求項3】 ストレート部挿通路の内周面とテーパ状凹部の全面とキャビラリ先端面の面粗さを0.8S以下に設定してあることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のバンピング用キャビラリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体チップを基板に対してフリップチップボンディング接続するのに前提となるもので、半導体チップあるいは基板に対してパンプ電極を連続的に形成していくパンプ形成装置におけるバンピング用キャビラリに係り、特に、金属ワイヤの先端を溶かして作った金属ボールをキャビラリ先端部に形成した凹部内に入れた状態でパンプ電極の形成を行うバンピング用キャビラリに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ワイヤボンディングには、大きく分けて、半導体チップの電極（パッド）あるいは基板上の外部リードに対して多数のパンプ電極を連続的に形成していくボールボンディング（バンピング）と、半導体チップの電極にファーストボンディングを行い、金属ワイヤを切断することなくそのまま引っ張ってループを作り、引き続いて外部リードにセカンドボンディングを行うことにより、チップ電極と外部リードとの間に金属ワイヤを橋わたし式にループ接続するワイヤボンディングとがある。本発明は、前者のボールボンディングであるバンピングに用いるキャビラリに関するものであるが、ここでは、従来の技術として、まず、ワイヤボンディングに用いられるキャビラリをバンピング用に転用した場合の様子について説明する。なお、従来のキャビラリの大多

数はバンピング専用のものではなく、ワイヤボンディング用のものである。

【0003】 図6は従来のワイヤボンディング用のキャビラリの先端部分を示す断面図である。これは、上記のようにファーストボンディングとセカンドボンディングとを行って半導体チップと外部リードとの間に金属ワイヤのループを形成するためのものである。このキャビラリをバンピング用に転用したときの様子を以下に説明する。

【0004】 図6において、1はキャビラリ、1aはキャビラリ先端部、1bはワイヤ挿通路、1cはワイヤ挿通路1bの先端開口部である先端導出口、1dはワイヤ保持用ストレート部、1eはキャビラリ先端面、2はワイヤ挿通路1b内に挿通され、ワイヤ保持用ストレート部1dによって保持された状態で先端導出口1cから下方に所定長さだけ突出させられた金属ワイヤ、2aは金属ワイヤ2の突出部分、3はトーチ電極、4は金属ワイヤ2の突出部分2aに対して吹き付けられている還元ガス気流である。金属ワイヤ2としては例えばSnを主材料にしたものが用いられる。その径は例えば40μmである。金属ワイヤ2の突出部分2aの突出長さは例えば600μm（0.6mm）である。

【0005】 以下に、上記の転用されたキャビラリによるパンプ形成方法を説明する。キャビラリ先端部1aから突出された金属ワイヤ2の突出部分2aに対して側面から還元ガス気流4を流しながら、金属ワイヤ2を正極性にし、トーチ電極3を負極性にした状態で、両者間に高電圧を印加してアーク放電を行う。このアーク放電によって金属ワイヤ2の突出部分2aを融点以上に高温加熱して溶融させる。溶融した金属ワイヤ部分は、表面張力によって収縮し、ボール状になって上昇していく。これが溶け上がりである。この溶融、溶け上がりの際に、溶融金属ワイヤの酸化を防ぐために還元ガス気流4を流している。この金属ワイヤ突出部分2aの溶け上がりにより、図7に示すようにキャビラリ先端面1eに接する状態に金属ボール（初期ボール）2aが作られる。この直後の冷却過程で、ワイヤ保持用ストレート部1dよりも上方において金属ワイヤ2内に再結晶領域2cが形成される。図7において、5は半導体チップや外部リードなどのバンピング対象である。

【0006】 次に、キャビラリ1を下降させて金属ボール2bをバンピング対象5に当接させ、超音波熱圧着によって接合する。そして、金属ワイヤ2の上方の部分を図示しないクランプでクランプし、引き上げると、金属ワイヤ2にはその再結晶領域2cの部位にストレスがかかり、図8（a）に示すように金属ワイヤ2がワイヤ挿通路1b内において再結晶領域2cの部位で切断される。これにより、バンピング対象5上にパンプ電極6が接合形成される。6aはパンプ電極6のネック切れ部である。次いで、図9に示すように、金属ワイヤ2が送り

出されて突出部分2aを先端導出口1cから突出させ、図6の状態へと戻る。

【0007】この従来のワイヤボンディング用のものをバンピング用に転用したキャピラリで、Snを主材料にした金属ワイヤ2を使用したバンブ電極形成方法では、連続バンピング性が劣る。また、形成されたバンブ電極6の高さや径にバラツキが大きい。その理由と問題点について以下に説明する。

【0008】図10は図7の一部を拡大したものである。アーク放電により金属ワイヤ突出部分2aが溶け上がって金属ボール(初期ボール)2bが作られ、キャピラリ先端面1eに接触している状態を示している。このキャピラリ1はGAISER社等のタイプで、従来からワイヤボンディングに使用されているキャピラリの中で検討した結果、バンピングに最も適していると考えられるものであった。

【0009】しかし、この従来の転用したキャピラリ1では、キャピラリ先端面1eがほぼ平らであるために初期の金属ボール2bが偏心や位置ずれを起こしやすく、偏心や位置ずれを起こすと、バンピング対象5に対して所定の位置にバンブ電極6を形成できないという問題がある。

【0010】初期の金属ボール2bが偏心しない場合でも、形成されたバンブ電極6は、バンブ径が大きく、真上から見ると楕円形になってしまう可能性が高い。つまり、初期の金属ボール2bがキャピラリ先端面1eから突出する寸法が、金属ボール2bの直径(115 μ m)との比較において相対的に大きく(110 μ m)、そのために金属ボール2bをバンピング対象5に接触させた状態で超音波を加えると、金属ボール2bが大きく振られることになり、バンブ電極6がその超音波振動方向に大きく広がってしまい、約200 μ mにも増大してしまうのである(図8参照)。

【0011】また、通常使用されるキャピラリの面粗さは3S程度と比較的に高く(Sは粗さの単位であり、最大高さを表す単位エスと呼ぶ)、かつ、キャピラリ1のワイヤ挿通路1bとワイヤ保持用ストレート部1dとの境の接続部1fが滑らかでないことから金属ワイヤ2にストレスが加わり、そして、前述のように溶け上がりによって形成される再結晶領域2cの部位がワイヤ保持用ストレート部1dよりも上方に形成されることになることから、バンブ電極6を形成した後の引き上げの際の金属ワイヤ2の切断において、図8の(a)、(b)で示すように切断部位にバラツキを生じ、バンブ電極6のネック切れ部6aの高さに h_1 、 h_2 のようなバラツキが生じるという問題がある。再結晶領域2cがワイヤ保持用ストレート部1dよりも上方に形成されるのは、ワイヤ保持用ストレート部1dの長さがこのストレート部1dの直径であるホール径(48 μ m)の約1.8倍と短いために、金属ボール2b側から伝わってくる熱がスト

レート部1dを介してキャピラリ1に逃げる割合が少なく、熱がストレート部1dの上端を越えてさらにその上方にまで伝達されるからである。

【0012】また、接続部1fからキャピラリ先端面1eにかけての面粗さが3S程度と大きいために、金属ワイヤ2がキャピラリ1の先端部に付着しやすく、付着するとミスバンピングを起こす可能性が高いという問題がある。また、面粗さが大きいことから、ワイヤ保持用ストレート部1dと金属ワイヤ2との間に一定のギャップを確保する必要がある(ストレート部1dのホール径の48 μ mに対して金属ワイヤ2の径は40 μ m)、エアテンションをかけると金属ワイヤ2が振動する。しかも、前記のようにストレート部1dが短いために、振動の振幅が大きくなってストレスも増加することから、不測のワイヤ切れやワイヤ抜けを生じる可能性がある。こういった理由で、従来のワイヤボンディング用のキャピラリをバンピング用キャピラリに転用した場合には、その連続バンピング数が数千バンブと少なく、連続バンピング性が悪いという問題がある。

【0013】加えて、還元雰囲気の状態やスパーク条件により初期の金属ボールが良好に形成される許容範囲が非常に狭いという問題がある。

【0014】上記の各問題点のうちいくつかを解消するものとして、特開平6-196522号公報に開示されたキャピラリがある。このキャピラリは、ワイヤボンディング用にもバンピング用にも使えるものとして紹介されている。この公報のキャピラリの構造を図11に示す。図11において、11はキャピラリ、11aはキャピラリ先端部、11bはワイヤ挿通路、11cはキャピラリ先端面、11dはワイヤ挿通路11bの開口部においてキャピラリ先端面11cに形成されたほぼ半球形状の凹部、11eはほぼ半球形状の凹部11dの開口端である先端導出口、11fはワイヤ保持用ストレート部である。また、12はワイヤ保持用ストレート部11fにおいてワイヤ挿通路11bに挿通された金属ワイヤである。

【0015】図示は省略するが、金属ワイヤ12のストレートな先端部が先端導出口11eより下方へ突出され、還元ガス雰囲気中でその突出部分とトーチ電極13との間でアーク放電を行うことにより、突出部分を加熱溶融しかつ溶け上がらせることにより、図示のように、半球形状凹部11d内に納まる状態で初期の金属ボール12aを形成する。初期の金属ボール12aは、その表面上半分が半球形状凹部11dに当接し、表面下半分には表面張力が働くので、初期の金属ボール2bは真球度が高いものとなり、かつ、金属ワイヤ12の軸線と同軸状になる。また、金属ボール12aの形成の際の熱が金属ボール12aが接触している半球形状凹部11dを介してキャピラリ11に吸収され、熱が金属ワイヤ12の長さ方向に長く伝わることを阻止し、組織が粗大化する

領域14を短くし、もって、キャピラリ11を下降してバンピング対象15に金属ボール12aを圧着し、パンプ電極を接合形成する。

【0016】この特開平6-196522号公報のキャピラリ11の場合、キャピラリ先端面11cに形成した半球形状凹部11d内において初期の金属ボール12aが形成されるから、偏心の問題が解消される。また、金属ボール12aの真球度が高いので、バンピング対象15上に接合形成されるパンプ電極の形状について超音波振動方向の拡がりを抑制し、パンプ電極の形状も真円に近くできるとともに、パンプ電極のパンプ径も小さくなる。また、組織が粗大化する領域14が短いので、ネック切れ部の高さはほぼ一定となり、バラツキは少なくなる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図11のキャピラリ11の場合には、キャピラリ先端面11cに形成してあって初期の金属ボール12aを収める凹部11dが半球形状となっているために、金属ワイヤ12のストレート部分と真球度の高い金属ボール12aとの接続部であるネック部12bの角度 θ_1 がほぼ100度程度と小さいために、このネック部12bに強いストレスがかかりやすく、かつ、この金属ボール12aは再結晶したもので脆くなっているため、金属ボール12aが形成されて冷却される間に金属ボール12aが千切れ落ちたり、あるいはバンピングのときに側方へ飛んでしまうという不都合がある。さらに、ミスバンピング時には半球形状凹部11dに金属ボール12aがこびりつき、連続バンピング性が阻害されるという問題がある。また、凹部11dとして半球形状のものを形成することは、一般的に非常に高い技術力が要求されるものであり、実際上は半球形状凹部11dの形成自体がむずかしいものである。

【0018】本発明は、上記のような事情に鑑みて、図6の転用されたキャピラリ1が有していた問題点および図11のキャピラリ11が有していた問題点を解決することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明に係る請求項1のバンピング用キャピラリは、ワイヤ挿通路に挿通した金属ワイヤをキャピラリ先端部のワイヤ保持用ストレート部に保持させかつこのストレート部の開口部端部である先端導出口から金属ワイヤの先端部分を突出させた状態で、この突出部分とトーチ電極との間の放電により金属ワイヤ突出部分を溶融させ溶け上がらせることにより、前記キャピラリ先端部で前記先端導出口に連通する状態で形成されている凹部内において初期の金属ボールを形成し、押し下げによって金属ボールをバンピング対象に対して一体化接合し、引き上げることで接合部を金属ワイヤから切り離してパンプ電極となすバンピング用キャ

ピラリにおいて、前記ワイヤ保持用ストレート部の長さをこのストレート部のホール径の2~4倍程度に設定してあるとともに、前記金属ボールを入れる凹部としてその開口端の先端導出口の直径が前記ストレート部のホール径の1.5~3倍程度となる先拡がりのテーバー状凹部に形成されていることを特徴としている。放電により金属ワイヤ突出部分を溶け上がらせてテーバー状凹部内で金属ボールを形成するので、金属ボールが金属ワイヤと同軸状となり偏心を防止し、連続バンピング性を向上できるとともに、パンプ電極の形状を真円に近いものとし、かつ径の小さなものにすることができる。金属ボール形成の際の熱がテーバー状凹部およびワイヤ保持用ストレート部を介してキャピラリに充分に吸収される。この場合、ストレート部の長さがホール径の2倍未満であれば、残っているストレートな金属ワイヤにおける再結晶領域の部位がストレート部の範囲を越えてそれよりも上部となり、引き上げによる金属ワイヤの切断部位にバラツキを生じて、パンプ電極のネック切れ部の高さにバラツキが生じる。また、ストレート部の長さがホール径の4倍を超えると、ストレート部と金属ワイヤとの摩擦抵抗が大きくなりすぎ、金属ワイヤの先端部分を突出させるときの金属ワイヤの送り出しが困難または不可能になってしまう。これに対して、ワイヤ保持用ストレート部の長さをホール径の2~4倍程度の適度な長さに設定したことにより、残っているストレートな金属ワイヤにおける再結晶領域の部位がワイヤ保持用ストレート部の範囲内に収まり、引き上げによる金属ワイヤの切断部位をストレート部の範囲内の再結晶領域の部位に限定することができ、ネック切れ部の高さをほぼ一定化してバラツキをなくすことができ、さらに、金属ワイヤの送り出しもスムーズに行える。また、テーバー状凹部の開口端の先端導出口の直径がホール径の3倍を超えると、金属ワイヤのストレート部分と金属ボールとの接続部であるネック部の角度が従来技術の半球形状凹部で作った真球度の高い金属ボールの場合と同様に100度程度と小さくなり、ネック部で千切れ落ちたり、バンピング時に金属ボールが側方に飛んでしまう。また、テーバー状凹部の先端導出口の直径がホール径の1.5倍未満であると、ネック部の角度が大きすぎ、金属ボールの真球度が非常に悪く、細長いラグビーボール状となり、バンピング不良を発生する。これに対して、テーバー状凹部の先端導出口の直径をホール径の1.5~3倍程度の適度な範囲に設定したことにより、テーバー状凹部内で形成される金属ボールの形状を洋梨状とし、そのネック部の角度においては、千切れ落ちや側方への飛びがなく、良好にバンピングすることができ、全体として、連続バンピング性を大幅に向上することができる。

【0020】本発明に係る請求項2のバンピング用キャピラリは、上記請求項1において、ワイヤ挿通路の下端とストレート部挿通路の上端との接続部が滑らかに面取

りされていることを特徴としている。仮に温度が高すぎて再結晶領域が接続部より少し上方に形成されても、接続部が滑らかに面取りされているので、金属ワイヤの切断位置が再結晶領域の部位となり、バラツキが少なくすみ、歩留まりの向上に有効となる。

【0021】本発明に係る請求項3のバンピング用キャピラリは、上記請求項1または請求項2において、ストレート部挿通路の内周面とテーバー状凹部の全面とキャピラリ先端面の面粗さを0.8S以下に設定してあることを特徴としている。前記の各面部分に金属ワイヤの材料が付着しにくく、また内部での目詰まりを抑制するので、ワイヤ切れやワイヤ抜けをなくして、ミスバンピングを防止する。その結果として、連続バンピング性を一層向上することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るバンピング用キャピラリの実施の形態について、図面に基づいて詳細に説明する。

【0023】図1は実施の形態に係るバンピング用キャピラリの先端部分を拡大して示すとともにアーク放電直後の初期の金属ボールが形成された状態を示す断面図である。図1において、21はバンピング用キャピラリ、21aはキャピラリ先端部、21bはワイヤ挿通路、21cはキャピラリ先端面、21dはワイヤ挿通路21bの開口部においてキャピラリ先端面21cに形成された先拡がりのテーバー状凹部、21eはテーバー状凹部21dの開口端である先端導出口、21fはワイヤ保持用ストレート部、21gはワイヤ保持用ストレート部21fにおけるワイヤ挿通路21bであるストレート部挿通路である。また、22はワイヤ挿通路21bに挿通された金属ワイヤである。この金属ワイヤ22は、金属ボール22bの形成前の段階では、図2に示すように、先端導出口21eより下方に所定の長さ(0.6mm)だけ送り出されて突出している。22aが金属ワイヤ突出部分であり、22bが金属ワイヤ突出部分22aに対するアーク放電により突出部分22aが溶け上がってテーバー状凹部21d内で形成された初期の金属ボールである。ワイヤ保持用ストレート部21fは、その上下長さがストレート部挿通路21gの直径であるホール径の2~4倍程度とするのが好ましい。図示のものでは、ホール径が46 μ mで、ストレート部21fの長さはその約3倍の140 μ mとなっている。なお、ホール径が46 μ mの場合に、実用的な長さ範囲であるホール径の2~4倍は92~184 μ m程度となる。先拡がりのテーバー状凹部21dの開口端の先端導出口21eの直径はホール径46 μ mの約2倍の96 μ mとなっている。このときの軸線に対するテーバー状凹部21dのテーバー角 α は45度となっている。したがって、金属ワイヤ22のストレート部分と金属ボール22bとの接続部であるネック部22cの角度 θ は135度となっている。先

拡がりのテーバー状凹部21dの開口端の先端導出口21eの直径は、ホール径の1.5~3倍程度とするのが好ましい。金属ワイヤ22としては、直径が40 μ mのものをを用いている。この場合のアーク放電によって形成された初期の金属ボール22bの直径(幅)は115 μ mとなっている。

【0024】以下、図2~図5を用いて、本実施の形態のバンピング用キャピラリ21によるバンピングの動作を説明する。

【0025】図2に示すように、Sn、Pbを主材料にした直径が40 μ mの金属ワイヤ22をバンピング用キャピラリ21のワイヤ挿通路21bおよびストレート部挿通路21gに挿通し、先端導出口21eから下方に突出させる。金属ワイヤ突出部分22aの突出長さは0.6mm=600 μ mである。突出部分22aの直上の金属ワイヤ22のストレート部分はワイヤ保持用ストレート部21fによって保持されている。金属ワイヤ突出部分22aに対して側方から還元ガス気流23を吹き付けた状態で、金属ワイヤ22を正極性にし、トーチ電極24を負極性にして、両者明らかなように高電圧を印加しアーク放電を行うことによって、金属ワイヤ22の突出部分22aを融点以上に高温加熱して溶融させる。溶融した金属ワイヤ部分は、表面張力によって収縮し、ボール状になって上昇し、この溶け上がりの結果、図3に示すように、金属ボール22bの上半部分がバンピング用キャピラリ21のテーバー状凹部21dに収まる状態で初期の金属ボール22bが作られる。この溶け上がりの際に、金属ワイヤ22のストレート部分も一部溶融し、直後の冷却過程で、再結晶領域が形成されるが、金属ボール22bがテーバー状凹部21dに接触し、そのすぐ上の金属ワイヤ22のストレート部分が比較的長いワイヤ保持用ストレート部21fに接触しているから、熱が有効にキャピラリ21に吸収され、その結果として、ワイヤ保持用ストレート部21fの範囲内で金属ワイヤ22のストレート部分に再結晶領域22dが形成されることになる。そして、初期の金属ボール22bがテーバー状凹部21dに収まる状態で形成されることによって、金属ワイヤ22の軸線に対して金属ボール22bの偏心は生じない。なお、図3において、25は半導体チップや外部リードなどのバンピング対象である。

【0026】次に、キャピラリ21を押し下げて金属ボール22bをバンピング対象25に当接させ、バンピング対象25を加熱した状態で、当接部に超音波および荷重を加え、超音波熱圧着により金属ボール22bをバンピング対象25に一体化接合する。そして、金属ワイヤ22の上方の部分を図示しないクランプでクランプし、引き上げると、金属ワイヤ22にはその再結晶領域22dの部位にストレスがかかり、図4に示すように金属ワイヤ22が必ずワイヤ保持用ストレート部21fの範囲内において再結晶領域22dの部位で切断されることに

なる。以上により、バンピング対象25上にバンパ電極26が接合形成される。26aはバンパ電極26のネック切れ部であるが、金属ワイヤ22が切断される部位が必ず再結晶領域22dの部位であるので、ネック切れ部26aの高さは常にほぼ一定となる。つまり、ネック切れ部26aの高さバラツキが少なくなる。また、バンパ径も小さい。

【0027】次いで、図5に示すように、金属ワイヤ22が先端導出口21eから下方へ向けて、金属ワイヤ突出部分22aの長さが所定寸法600 μ mとなるまで送り出され、待機状態となり、以降、図2のアーク放電からの動作を繰り返す。つまり、ワイヤボンディングのように半導体チップと外部リードとの間にループを作るのではなく、バンパ電極26のみを形成する過程を連続的に繰り返す。これが連続バンピングである。

【0028】従来のワイヤボンディング用のキャピラリをバンピング用キャピラリに転用した場合の図10の場合と比較すると、図10の場合では、初期の金属ボール2bがキャピラリ先端面1eから110 μ mと大きく突出しているのに対して、本実施の形態の場合には、図1のとおり初期の金属ボール22bがキャピラリ先端面21cから突出しているのは90 μ mと小さく、金属ボール22bの上半部分がテーバー状凹部21dに入っている。したがって、特に低融点金属ワイヤにおいて、従来のキャピラリで形成されたバンパ電極よりもバンパ径が小さく、超音波振動方向に拡がる傾向が少なくなる。例えば、従来キャピラリを使用して形成されたバンパのバンパ径は約200 μ m(図8参照)であるのに対して、本実施の形態のバンピング用キャピラリ21を使用した場合は、図4に示すようにバンパ径は約160 μ mと小さくなる。また、金属ボール22bは金属ワイヤ22のストレート部分に対して同軸状となり、偏心していないので、連続バンピング性が向上する。また、バンパ電極26の形状を真円に近いものとしてすることができる。

【0029】また、従来の転用したキャピラリ1では、図10のように溶け上がった金属ボール2bが先端導出口1cに保持されたとき、金属ボール2bのネック部2cの安定性はホール径に依存するために、そのホール径を48 μ mとしていたのに対し、図1に示す本実施の形態のキャピラリ21においては、テーバー状凹部21dにおいて初期の金属ボール22bを保持できるため、ホール径は46 μ mとやや小さくてよい。つまり、金属ワイヤ22とストレート部挿通路21gとのギャップが従来より狭くなり、エアテンションがかかって金属ワイヤ22が振動したとしても、その振幅が従来より小さくなるので余分なストレスがかからない。

【0030】ワイヤ保持用ストレート部21fの長さをストレート部挿通路21gのホール径の2~4倍程度に設定してあることは、次の利点をもたらす。すなわち、ストレート部21fの長さがホール径の2倍未満であれ

ば、残っているストレートな金属ワイヤ22における再結晶領域の部位がストレート部21fの範囲を越えてそれよりも上部となり、引き上げによる金属ワイヤ22の切断部位にバラツキを生じて、バンパ電極26のネック切れ部26aの高さにバラツキが生じる。また、ストレート部21fの長さがホール径の4倍を超えると、ストレート部21fと金属ワイヤ22との摩擦抵抗が大きくなりすぎ、金属ワイヤ22の先端部分22aを突出させるときの金属ワイヤ22の送り出しが困難または不可能になってしまう。これに対して、本実施の形態の場合には、ワイヤ保持用ストレート部21fの長さをホール径の2~4倍程度の適度な長さに設定したことにより、残っているストレートな金属ワイヤ22における再結晶領域22dの部位がワイヤ保持用ストレート部21fの範囲内に収まり、引き上げによる金属ワイヤ22の切断部位を必ずストレート部21fの範囲内の再結晶領域22dの部位に限定することができ、図4のバンパ電極26のネック切れ部26aの高さをほぼ一定化してバラツキをなくすることができる。

【0031】さらに、テーバー状凹部21dの先端導出口21eの直径をストレート部挿通路21gのホール径の1.5~3倍程度に設定してあることは、次の利点をもたらす。すなわち、テーバー状凹部21dの開口端の先端導出口21eの直径がホール径の3倍を超えると、金属ワイヤ22のストレート部分と金属ボール22bとの接続部であるネック部22cの角度 θ が従来技術の半球形状凹部11d(図11参照)で作った真球度の高い金属ボール12aの場合と同様に100度程度と小さくなり、ネック部22cで千切れ落ちたり、バンピング時に金属ボール22bが側方に飛んでしまう。また、テーバー状凹部21dの先端導出口21eの直径がホール径の1.5倍未満であると、ネック部22cの角度 θ が大きすぎ、金属ボール22bの真球度が非常に悪く、細長いラグビーボール状となり、バンピング不良を発生する。これに対して、本実施の形態の場合には、テーバー状凹部21dの先端導出口21eの直径をホール径の1.5~3倍程度の適当な範囲に設定してあることにより、テーバー状凹部21d内で形成される金属ボール22bの形状を洋梨状とし、そのネック部22cの角度 θ においては、千切れ落ちや側方への飛びがなく、良好にバンピングすることができ、全体として、連続バンピング性を大幅に向上することができる。

【0032】以上の相乗として、従来の転用されたキャピラリでは連続バンピング数が数千バンパであったのに対して、本実施の形態のキャピラリ21によって数万バンパへと向上する。

【0033】なお、ワイヤ挿通路21bの下端とストレート部挿通路21gの上端との接続部21hを滑らかに面取りしてあるので、バンパ電極26のネック切れ部26aの高さのバラツキの低減をより有利にできる。すな

わち、図10の従来キャピラリの場合には、ワイヤ挿通路1bの下端とストレート部1dとの接続部1fが滑らかでなかったことと再結晶領域2cが接続部1fより上にくることにより、金属ワイヤ2の切断位置にバラツキが生じていた。これに対して、図1の場合には、仮に温度が高すぎて再結晶領域22dが接続部21hより少しだけ上方に形成されても、接続部21hが滑らかに面取りされているので、金属ワイヤ22の切断位置が再結晶領域22dの位置となり、バラツキが少なくすむのである。

【0034】また、ストレート部挿通路21gの内周面全面とテーバー状凹部21dの全面とキャピラリ先端面21cの面粗さを0.8S以下に設定してあるので、それらの面部分に対する金属ワイヤ22の金属成分のこびりつきや、キャピラリ詰まりを低減でき、仮にキャピラリ詰まりを起こした場合でも、再バンピングすることにより、容易に正常状態へ復帰する。したがって、ワイヤ切れやワイヤ抜けを防止することができ、連続バンピング性を一層向上することができる。

【0035】以上のことから、バンピング条件の許容範囲が広くなり、常に非常に安定したバンピングが可能になり、連続バンピング性の大幅な改善が図られた。

【0036】

【発明の効果】本発明に係る請求項1のバンピング用キャピラリによれば、溶け上がった初期の金属ボールを入れる凹部として先拡がりのテーバー状凹部を形成してあるので、テーバー状凹部内で金属ボールを金属ワイヤと同軸状に形成でき、偏心を防止できるとともに、金属ボールが小さくなるので、パンプ電極の形状を真円に近くかつ小径のものとすることができる。そして、金属ボール形成の際の熱がテーバー状凹部およびワイヤ保持用ストレート部を介してキャピラリに速やかに吸収されて残っているストレートな金属ワイヤにおける再結晶領域が形成されるときに、ワイヤ保持用ストレート部の長さをホール径の2～4倍程度の適度な長さ設定したことにより、再結晶領域の部位が必ずワイヤ保持用ストレート部の範囲内に収まり、引き上げによる金属ワイヤの切断部位をストレート部の範囲内の再結晶領域の部位に限定することができ、接合形成されたパンプ電極のネック切れ部の高さをほぼ一定化してバラツキをなくすることができるとともに、金属ワイヤの先端部分を突出させるときの金属ワイヤの送り出しをスムーズに行うことができる。また、テーバー状凹部の先端導出口の直径をホール径の1.5～3倍程度の適当な範囲に設定したことにより、テーバー状凹部内で形成される金属ボールの形状を、真球状よりは細く、かつ、細長いラグビーボール状よりは太い洋梨状とすることができ、そのネック部の角度においては、金属ボールの千切れ落ちや側方への飛びがなくなり、良好にバンピングすることができる。以上の相乗として、連続バンピング性を大幅に向上すること

ができる。

【0037】本発明に係る請求項2のバンピング用キャピラリによれば、仮に温度が高すぎて再結晶領域が接続部より少し上方に形成されても、ワイヤ挿通路の下端とストレート部挿通路の上端との接続部が滑らかに面取りされているので、金属ワイヤの切断位置が再結晶領域の部位となり、バラツキが少なくすみ、歩留まりの向上に有効となる。

【0038】本発明に係る請求項3のバンピング用キャピラリによれば、面粗さを0.8S以下に設定したストレート部挿通路の内周面やテーバー状凹部の全面やキャピラリ先端面に対して金属ワイヤの材料が付着しにくく、また内部での目詰まりを抑制するので、ワイヤ切れやワイヤ抜けをなくして、ミスバンピングを防止し、連続バンピング性を一層向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るバンピング用キャピラリの先端部分を拡大した断面図である。

【図2】実施の形態のバンピング用キャピラリにおいて金属ワイヤを突出させた状態でアーク放電を行うときの動作の説明図である。

【図3】実施の形態のバンピング用キャピラリにおいてアーク放電により金属ボールを形成しながら溶け上がらせてテーバー状凹部に入れた状態を示す説明図である。

【図4】実施の形態のバンピング用キャピラリにおいてバンピングを行った後に金属ワイヤを切断した状態を示す説明図である。

【図5】実施の形態のバンピング用キャピラリにおいてバンピング後に再度金属ワイヤを突出させた状態を示す説明図である。

【図6】従来のワイヤボンディング用のキャピラリをバンピング用に転用した場合のアーク放電を行うときの動作の説明図である。

【図7】従来の転用したキャピラリにおいてアーク放電により金属ボールを溶け上がらせてキャピラリ先端面に当接させた状態を示す説明図である。

【図8】従来の転用したキャピラリにおいてバンピングを行った後に金属ワイヤを切断した状態を示す説明図である。

【図9】従来の転用したキャピラリにおいてバンピング後に再度金属ワイヤを突出させた状態を示す説明図である。

【図10】図7の一部を拡大した断面図である。

【図11】別の従来技術に係るバンピング用キャピラリの先端部分の拡大断面図である。

【符号の説明】

- 21……バンピング用キャピラリ
- 21a…キャピラリ先端部
- 21b…ワイヤ挿通路
- 21c…キャピラリ先端面

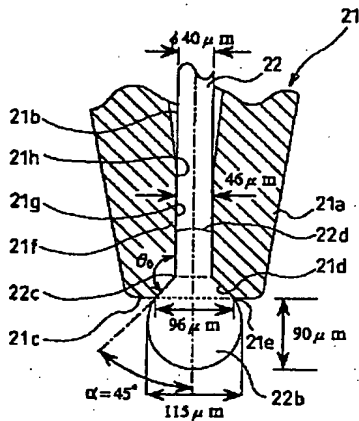
13

- 21d...テーパ状凹部
 21e...先端導出口
 21f...ワイヤ保持用ストレート部
 21g...ストレート部挿通路
 21h...接続部
 22...金属ワイヤ
 22a...金属ワイヤ突出部分
 22b...金属ボール

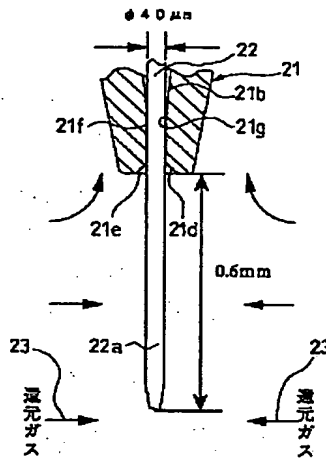
14

- 22c...金属ボールのネック部
 22d...再結晶領域
 23...還元ガス気流
 24...トーチ電極
 25...バンピング対象
 26...バンパ電極
 26a...ネック切れ部

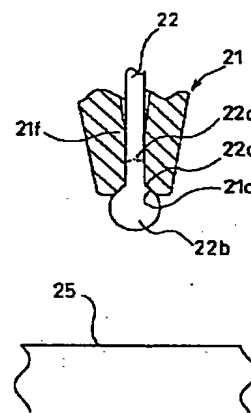
【図1】



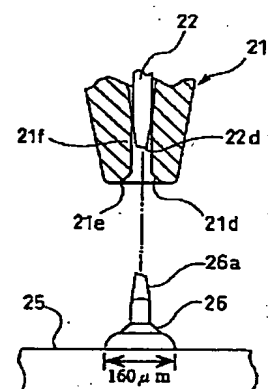
【図2】



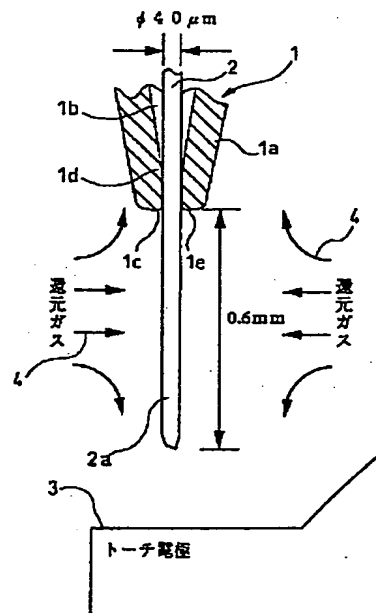
【図3】



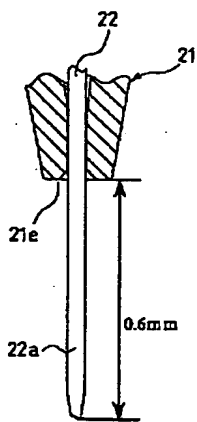
【図4】



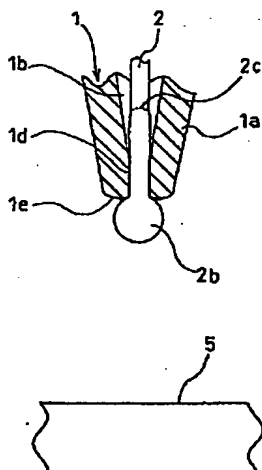
【図6】



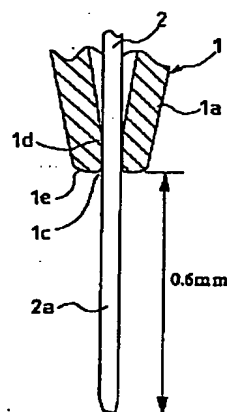
【図5】



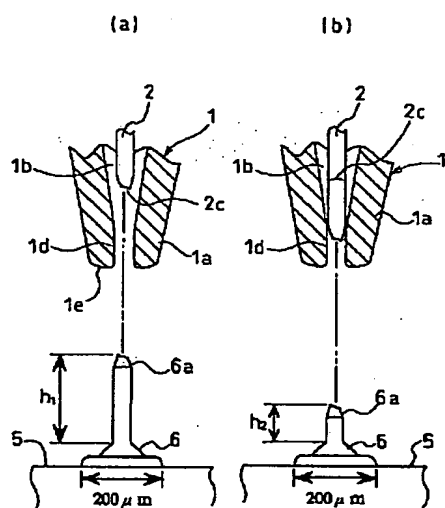
【図7】



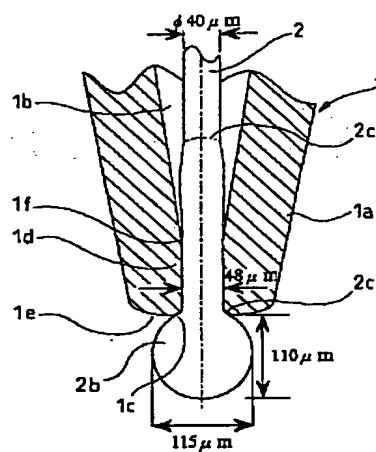
【図9】



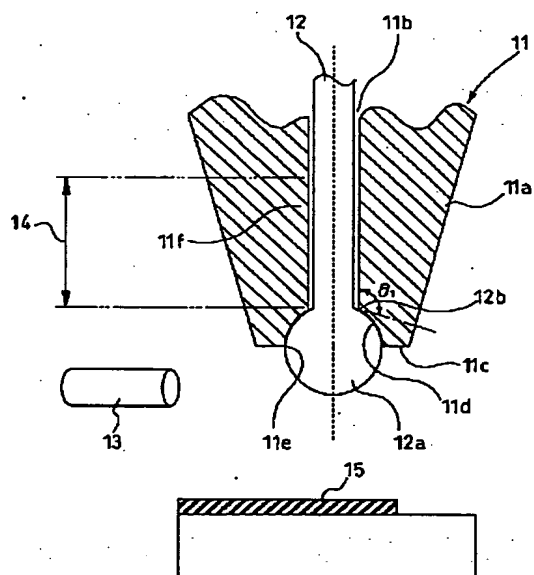
【図8】



【図10】



【図11】





PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10004097 A**(43) Date of publication of application: **06 . 01 . 98**

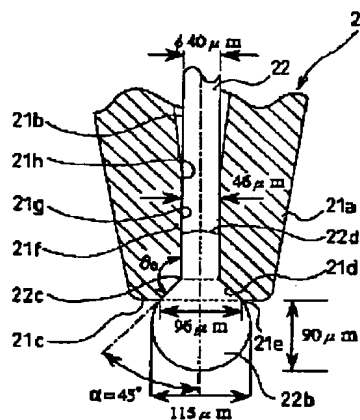
(51) Int. Cl. **H01L 21/321**
H01L 21/60
H01L 21/60

(21) Application number: **08153758**(71) Applicant: **SHARP CORP**(22) Date of filing: **14 . 06 . 96**(72) Inventor: **TAMAOKI KAZUO**(54) **BUMPING CAPILLARY**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the continuous bumping by preventing an initial metal bump from being eccentric, eliminating the spread of the bump, confining a re-crystallized region to approximately a fixed portion of a metal wire at melt up of the metal ball to suppress the dispersion of the heights of necked portions of the bump and preventing the ball from tearing off or scattering sideways.

SOLUTION: The capillary 2 thrusts the tip end of an inserted metal wire 22 being held with a wire holding straight part 21f, thereby melting up the thrust part of the wire by the arc discharge. The straight part 21f is set to a length 2_4 times as long as the hole diameter of this part. The tip end face 21c has a recess 21d gradually spreading out to a tip end hole 21e which diameter is about 1.5_3 times the hole diameter.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

